

PAT-NO: JP409293775A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09293775 A  
TITLE: ELECTROSTATIC CHUCK

PUBN-DATE: November 11, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
SHIROSAKI, TOMOHIDE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
SONY CORP N/A

APPL-NO: JP08130927  
APPL-DATE: April 26, 1996

INT-CL (IPC): H01L021/68 , H02N013/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electrostatic chuck which is kept constant in attraction even if a wafer temperature is varied.

SOLUTION: A first electrode plate 46, a second electrode plate 48, and a third electrode plate 50 all in flat plate-like shape are built in the dielectric body 42 of an electrostatic chuck 34, so as to be separate from the surface of the dielectric body 42 by different distances respectively. The dielectric body 42 is changed in temperature so as to change a wafer in temperature, and the electrodes are switched so as to nearly make up for an attraction variation in the chuck 34 due to a temperature change. By this setup, etching processes carried out at various temperatures can be continuously performed for a wafer in the same device while keeping the electrostatic chuck 34 constant in attraction.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-293775

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	R
H 0 2 N 13/00			H 0 2 N 13/00	D

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-130927

(22) 出願日 平成8年(1996)4月26日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 城崎 友秀

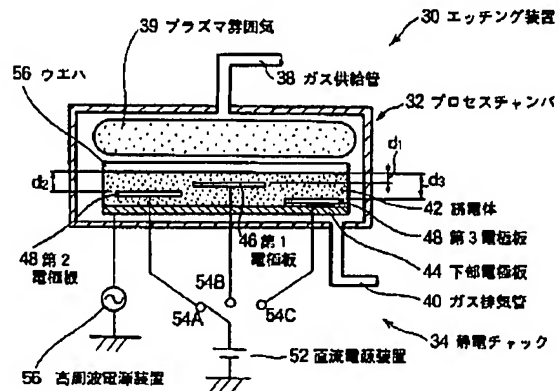
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(54) 【発明の名称】 静電チャック

(57) 【要約】

【課題】 ウエハ温度が変化しても吸着力が一定である静電チャックを提供することである。

【解決手段】 静電チャック34の誘電体42に平板状の第1電極板46、第2電極板48及び第3電極板50を、誘電体表面と各電極との間隔が各々異なるように内蔵させる。ウエハ温度を変化させるために誘電体42の温度を変化させ、これによって生じるウエハ吸着力の変化量をほぼ相殺するように、電極を切り換える。これにより、複数の工程を有し各工程でウエハ温度が異なるエッチングを、静電チャックからの吸着力を一定にして同一装置で連続して行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウエハ吸着面を有する誘電体と、誘電体を介してウエハ吸着面に対向する電極とを備え、誘電体を介したウエハと電極との静電作用によりウエハをウエハ吸着面に吸着する静電チャックにおいて、電極は、ウエハ吸着面との間隔がそれぞれ異なるようにウエハ吸着面に対して誘電体を介在させて配置した少なくとも2個以上の電極で構成されていることを特徴とする静電チャック。

【請求項2】 誘電体の温度変化によって生じた静電チャックの吸着力の変化を相殺するように最適な電極を選択できるようにした電極切り換え器を備えることを特徴とする請求項1に記載の静電チャック。

【請求項3】 ウエハ吸着面を有する誘電体と、誘電体を介してウエハ吸着面に対向する電極とを備え、誘電体を介したウエハと電極との静電作用によりウエハをウエハ吸着面に吸着する静電チャックにおいて、電極に印加する直流電圧値を調整できる可変式直流電源装置を備えることを特徴とする静電チャック。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ウエハ吸着面を有する誘電体と、誘電体を介してウエハ吸着面に対向する電極とを備え、誘電体を介したウエハと電極との静電作用によりウエハをウエハ吸着面に吸着する静電チャックに関し、更に詳しくは、ウエハの処理温度、すなわち静電チャックの誘電体の温度が変化しても、吸着力が一定であるように改良された静電チャックに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置或いは電子デバイスを製造する過程で半導体ウエハ等のワークに微細加工を施すために使用される装置、例えばエッチング装置、CVD装置、スパッタリング装置等では、半導体ウエハ等のワークを所定位置に保持する必要がある。そこで、そのような装置には静電作用を利用してワークを保持する静電チャックが多用されている。図6は、エッチング装置に装着された従来の静電チャックの基本的な構成の一例と、ウエハを吸着する機能を説明する図である。従来の静電チャック10は、図6に示すように、上面にウエハ吸着面11を有する誘電体12と、板状の電極板14と、電極板14に所定電圧を印加する直流電源装置16とを備え、更に、吸着したウエハを所定温度に加熱し、冷却する加熱/冷却装置(図示せず)と一体的に形成されている。

【0003】電極板14は、誘電体12のウエハ吸着面11に平行になるように、誘電体12内に配置され、リード線により直流電源装置16に接続されている。一方、加熱/冷却装置は、誘電体12を介してウエハを加熱し、冷却する加熱/冷却体と、ウエハ吸着面11上の

ウエハに光を照射し、反射した蛍光の光度を測定してウエハの温度を算出する温度測定部と、誘電体12の温度を所定温度に制御する温度制御部と、ウエハ18をウエハ吸着面11に吸着する際、ウエハ18とウエハ吸着面11との接触面に沿ってHeガスを流し、これにより誘電体12からウエハ18に熱を伝熱させるHeガス供給部とを備えている。尚、ウエハ18とウエハ吸着面11との接触面に沿ってHeガスを供給しても、ウエハ吸着面11にウエハが吸着されているので、ウエハ18の周囲からHeガスが漏出するようなことはない。

【0004】上述の静電チャック10では、誘電体12を介して電極板14とウエハ18との間に直流電源装置16により電圧を印加すると、誘電体12が分極して、誘電体12のウエハ吸着面11とウエハ18とにそれぞれ正、負の電荷が発生し、この間にクーロン力 $F_c$ が働いて、静電吸着する。更に、ウエハ吸着面11とウエハ18との接触面を通る方向に電流を流すと、ウエハ吸着面11とウエハ18の裏面との間に大きな電位差が生じ、これにより双方の面に正、負の電荷が発生し、この電荷により、ウエハ18をウエハ吸着面11に吸着するジョンセナーベック力 $F_{jr}$ が発生する。従って、静電チャック10の吸着力 $F$ は、

$$F = F_c + F_{jr}$$

で表される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、半導体装置の高集積化及び微細化に伴い高アスペクト比及び高選別比の要求の下、経済性を求めて高エッチレートでエッチングを行う必要があり、しかも、ウエハはそれぞれ蒸気圧の異なる多層の積層構造で形成されているので、ウエハをエッチングする際、被エッチング層をエッチングするのに適する特定の条件、特に、特定の温度条件になるようにウエハを加熱し、冷却する必要がある。しかし、ウエハの温度を制御するために誘電体を介してウエハを加熱し、冷却すると、静電チャックの吸着力が変動し、ウエハを所定通りに吸着できないと言う問題があった。更に説明すると、図4に示すように、ウエハ裏面のHeガス圧力は、ウエハ温度の低下に伴い低下している。これは、ウエハ温度が低下すると、静電チャックの吸着力が低下し、その結果、ウエハ裏面とウエハ吸着面との間からHeガスが流出し、ウエハ裏面のHeガス圧力が低下すると推測できる。以上の説明では、エッチング装置に設けられた静電チャックを例にして説明したが、静電チャックを装着したその他の装置、例えばCVD装置、スパッタリング装置についても同様であった。

【0006】以上のような事情に照らして、本発明の目的は、ウエハの処理温度、すなわち誘電体の温度を変化させても、吸着力が変わらないようにした静電チャックを提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者は、吸着力が誘電体の温度に因り変動する原因を研究し、以下の知見を得た。先ず、クーロン力 $F_c$ は、(1)式で示される。

$$F_c = (S/2) \times \epsilon \times (V/d)^2$$

$S$ 、 $\epsilon$ 、 $V$ 及び $d$ は、それぞれ、

$S$ : 電極面積

$\epsilon$ : 誘電体の誘電率

$V$ : 印加電圧

$d$ : 誘電体の厚み

である。温度が低下すると誘電率 $\epsilon$ が増大するので、寧ろ、クーロン力 $F_c$ は、誘電体の温度が低下すると、増大する傾向にある。一方、ジョンセンサーベック力 $F_{jr}$ は、誘電体の温度により大きく影響される。図5に示すように、いずれの誘電体でも、温度が下がると、誘電体の体積固有抵抗値(電気抵抗値)が指数関数的に大きくなる。これは、図5に示す温度範囲以下の低温の場合でも同じである。従って、誘電体の温度が低下すると、誘電体の電気抵抗値が増大して電流量が減少するために、誘電体12とウエハ18との間に印加する電圧が一定であっても、誘電体のウエハ吸着面とウエハとの間の電位差が減少し、従って、ジョンセンサーベック力 $F_{jr}$ が低下する。ジョンセンサーベック力 $F_{jr}$ の低下量が、クーロン力 $F_c$ の増加量より大きいために、誘電体の温度が低下すると、それに連れて静電チャックの吸着力 $F$ は低下する。逆に、誘電体の温度が上昇すると、ジョンセンサーベック力 $F_{jr}$ は大きくなり、クーロン力 $F_c$ は低下するが、ジョンセンサーベック力 $F_{jr}$ の増加量が、クーロン力 $F_c$ の低下量より大きいために、吸着力は大きくなる。

【0008】そこで、本発明者は、上述のクーロン力 $F_c$ の式から、誘電体の厚み $d$ を調整することによりクーロン力 $F_c$ を増減させ、それにより誘電体温度によるジョンセンサーベック力 $F_{jr}$ の影響を相殺することを着眼し、本発明を完成するに到った。上記目的を達成するために、本発明の第1発明に係る静電チャックは、ウエハ吸着面を有する誘電体と、誘電体を介してウエハ吸着面に対向する電極とを備え、誘電体を介したウエハと電極との静電作用によりウエハをウエハ吸着面に吸着する静電チャックにおいて、電極は、ウエハ吸着面との間隔がそれぞれ異なるようにウエハ吸着面に対して誘電体を介在させて配置した少なくとも2個以上の電極で構成されていることを特徴としている。

【0009】本発明に係る静電チャックは、ウエハの加工に際し、ウエハを吸着、保持する必要がある装置、例えばエッチング装置、CVD装置、スパッタリング装置等には全て適用できる。本発明に係る静電チャックでは、電極を選択して電極とウエハとの間に介在する誘電体の厚みを変えることにより、クーロン力を増減し、それにより吸着力が一定になるように調整している。ま

た、誘電体の厚みが変わると、誘電体を流れる電流値も増減し、それによりジョンセンサーベック力 $F_{jr}$ が増減する。本発明の静電チャックでは、誘電体の温度変化によって生じた静電チャックの吸着力の変化を相殺するような最適な電極を選択できるようにした電極切り換え器を備えることが望ましい。

【0010】また、本発明者は、印加電圧 $V$ を調整することにより、クーロン力 $F_c$ 及びジョンセンサーベック力 $F_{jr}$ を増減させ、それにより誘電体温度によるジョンセンサーベック力 $F_{jr}$ の影響を相殺することに着眼し、本発明を完成するに到った。上記目的を達成するために、本発明の第2発明に係る静電チャックは、ウエハ吸着面を有する誘電体と、誘電体を介してウエハ吸着面に対向する電極とを備え、誘電体を介したウエハと電極との静電作用によりウエハをウエハ吸着面に吸着する静電チャックにおいて、電極に印加する直流電圧値を調整できる可変式直流電源装置を備えることを特徴としている。本発明では、ウエハ、すなわち誘電体温度の変化によって生じる吸着力の変化量を相殺するために、誘電体温度が上昇した場合には、印加する電圧を低くし、誘電体温度が低下した場合には、印加する電圧を高くする。

【0011】以上のように、第1及び第2発明では、静電チャックの吸着力をほぼ一定にすることができる。また、誘電体すなわちウエハに流れる電流量が制御されているので、過電流が流れることなく、従って、ウエハのマイクロデバイスが破損することも防止できる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に、実施例を挙げ、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を具体的に説明する。

#### 実施例1

実施例1は、第1発明に係る静電チャックの実施例である。図1は実施例1の静電チャックを備えたエッチング装置の断面図である。図1に示されるエッチング装置30は、プロセスチャンバ32と、ウエハを加温、冷却する加温/冷却装置を備えた静電チャック34と、下部電極板44備えた高周波電源装置36とから構成される。プロセスチャンバ32には、ガス供給配管38とガス排気配管40とが形成されている。

【0013】静電チャック34は、厚さの厚い円板状の誘電体42と、誘電体42にそれぞれ内蔵された平板状の第1電極板46、第2電極板48及び第3電極板50と、チャンバ32の外側下部に位置する直流電源装置52と、静電チャック12と同じ構造の加温/冷却装置(図示せず)とから構成される。第1電極板46、第2電極板48及び第3電極板50は、何れも誘電体42の表面に平行に備えられ、表面との距離は、それぞれ $d_1$ 、 $d_2$ 及び $d_3$ である。各電極板46、48及び50にはリード線が接続され、各リード線の端子54A、54B及び54Cは、直流電源装置52との切換スイッチ

54の端子として構成されている。高周波電源装置36の端部は下部電極板44に接続配線されている。静電チャック34には、静電チャック12と同様、アルコール等の冷媒により誘電体42、従ってウエハの温度を所定温度に制御する加温/冷却装置が形成されている。

【0014】複数のエッチング工程を行う際、ウエハ56を誘電体42の表面に設置し、次いで、以下に説明する第1エッチング工程を行う。まず、チャンバ32内を真空引きし、次いで、ウエハが所定温度になるように制御する。更に、ガス供給管38から所定の組成のガスを導入し、高周波電源装置36により所定電圧を下部電極板44に印加してウエハ56とチャンバ32との間をプラズマ雰囲気39にし、プラズマエッチングを行う。エッチングを行う際、静電チャック34が所定の吸着力を発生させるように、切換スイッチ54を最適の端子、例えば端子54Aに倒して接続し、ウエハを吸着して固定する。その後、ガス排気管40からチャンバ内のガスを真空引きにより吸引して第1エッチング工程を終了する。

【0015】引き続き、第2エッチング工程を行う。まず、誘電体42の温度が所定温度になるように制御し、次いで、エッチングに使用する所定の組成のガスをガス供給管38から導入し、第1エッチング工程と同様にしてプラズマエッチングを行う。この際、静電チャック34の吸着力を一定にするために、切り換えスイッチ54の端子を最適の端子、例えば端子54Bに切り換える。同様に、必要に応じて、第3以下のエッチング工程を実施する。

【0016】実施例1では、誘電体温度に応じて最適な電極を選択することにより、静電チャックの吸着力をほぼ一定にして、各工程でウエハ温度が異なる複数のエッチング工程を同一装置で連続して行うことができる。また、最適な電極を選択することにより、電流量が制御されるので、ウエハに過電流が流れることなく、従って、ウエハのマイクロデバイスが破損されることも防止できる。

#### 【0017】実施例2

実施例2は、第2発明に係る静電チャックの実施例である。図2は実施例2の静電チャックを備えたエッチング装置の断面図である。図2に示されるエッチング装置60は、静電チャック62の直流電源装置64の電圧が可変であること、誘電体68の材質がアルミナであること、及び、従来のように1枚の板からなる電極板66を誘電体68に内蔵しており、リード線により直流電源装置64に接続されていること以外は実施例1の静電チャック30と同じ構成である。よって、図2では、図1と同じ部位には同じ符号を付してその説明を省略する。

【0018】実施例2でエッチング加工するウエハ70は3層以上の多層膜構造であり、実施例2ではエッチングを3工程で行う。図3は、各エッチング工程における

電極板66の電圧及びウエハ温度を、時系列を追って示した図である。まず、実施例1と同様にして第1エッチング工程を行い、第一層を加工する。その際、印加電圧は、図3に示すように、吸着力が所定値になるように、ウエハ70の温度に応じて $V_1=1000V$ に設定する。引き続き、第2層のエッチングを行う第2エッチング工程を実施する。まず、ウエハ70が所定温度になるよう誘電体68を制御する。次いで、静電チャック62の吸着力が第1エッチング工程の吸着力と同じ力になるように電極66に印加する電圧 $V_2=800V$ に変更する。更に、エッチングに使用する所定組成のガスをガス供給管38から導入し、第1エッチング工程と同様にしてプラズマエッチングを行う。引き続き、第2エッチング工程と同様にして、第3層のエッチングを行う第3エッチング工程を実施する。ウエハ70が所定温度になるよう誘電体68を制御する。次いで、静電チャック62の吸着力が第2エッチング工程の吸着力と同じ力になるように電極66に印加する電圧 $V_3=900V$ に変更する。

【0019】実施例2では、静電チャックの電極に、誘電体温度に応じて最適な電圧を印加している。これにより、吸着力をほぼ一定にして、各工程でウエハ温度が異なる複数のエッチング工程を同一装置で連続して行うことができる。また、最適な電圧を印加することにより、電流量が制御されているので、ウエハに過電流が流れることなく、従って、ウエハのマイクロデバイスが破損されることも防止できる。

#### 【0020】

【発明の効果】本発明の第1発明によれば、ウエハ温度に応じて静電チャックの最適な電極を選択することにより、電極とウエハとの間隔である誘電体の厚みを変えて、静電チャックの吸着力をほぼ一定にしている。また、本発明の第2発明によれば、ウエハ温度に応じて静電チャックの電極電圧を変えて、静電チャックの吸着力を一定にしている。よって、本発明に係る静電チャックを備えた装置を使用すれば、静電チャックの吸着力を一定に保持しつつ、各工程でエッチングガス圧の異なる同一レシビ内で、同じ装置で連続して多層の膜を処理することができる。例えば、本発明に係る静電チャックを備えたエッチング装置を使用すれば、静電チャックの吸着力を一定に保持しつつ、複数の工程を有し各工程でウエハ温度が広い範囲で異なるエッチングを同一装置で連続して行うことができる。更に、電流量が制御されているので、ウエハに過電流が流れることがなく、従って、ウエハのマイクロデバイスが破損することも防止できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の静電チャックを備えたエッチング装置の断面図である。

【図2】実施例2の静電チャックを備えたエッチング装置の断面図である。

7

【図3】実施例2の各エッチング工程における静電チャックの電極板の電圧及びウエハ温度を示す図である。

【図4】従来の静電チャックに吸着されたウエハの温度とウエハ界面のHeガス圧との関係を示す一例の図である。

【図5】各組成の誘電体の、単位面積あたりの単位長さの電気抵抗値と温度との固有の関係を示す図である。

【図6】ウエハが従来の静電チャックに吸着された一例の断面図である。

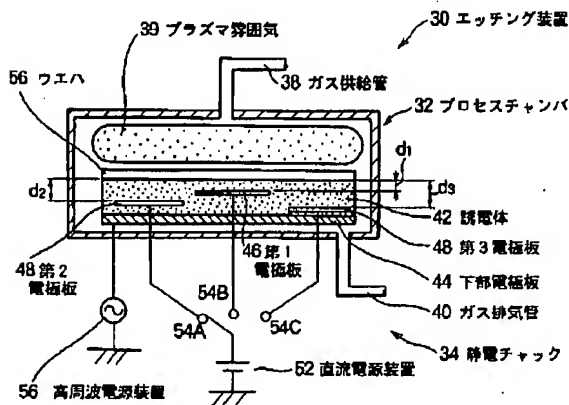
【符号の説明】

10……静電チャック、11……ウエハ吸着面、12…

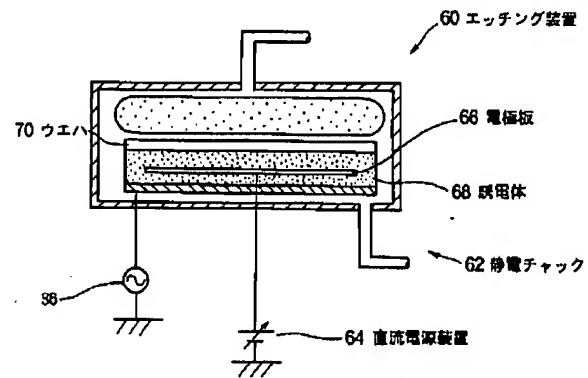
8

…誘電体、14……電極板、16……直流電源装置、18……ウエハ、20……界面、30……エッチング装置、32……プロセスチャンバ、34……静電チャック、36……高周波電源装置、38……ガス供給配管、39……プラズマ雰囲気、40……ガス排気配管、42……誘電体、44……下部電極板、46……第1電極板、48……第2電極板、50……第3電極板、52……直流電源装置、54……切換スイッチ（端子）、56……ウエハ、60……エッチング装置、62……静電チャック、64……直流電源装置、66……電極板、68……誘電体、70……ウエハ。

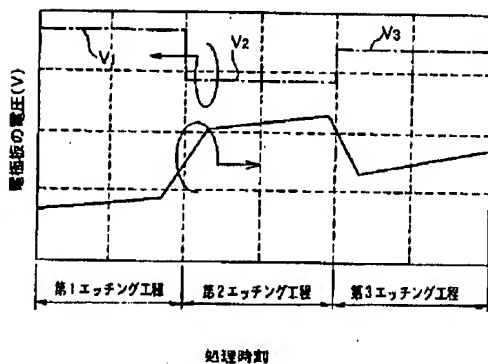
【図1】



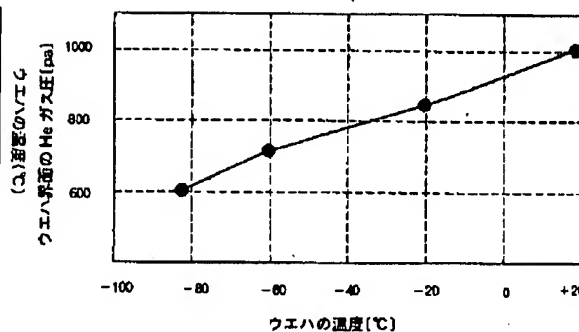
【図2】



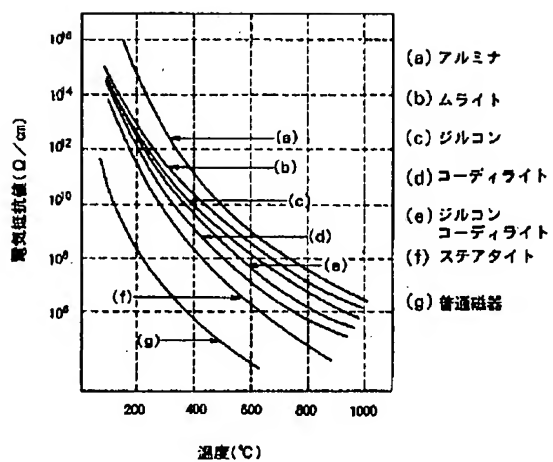
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

